

Helsinki 15.10.2003

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 29 OCT 2003

WIPO PCT



Hakija  
Applicant

Ruotoistenmäki, Heikki  
Espoo

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20021508

Tekemispäivä  
Filing date

21.08.2002

Kansainvälinen luokka  
International class

G01L

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Voima- tai paineanturi ja menetelmä sen soveltamiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kallä  
Tutkimussihteeri

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Telefax: 09 6939 5328  
Telefax: + 358 9 6939 5328

Voima- tai paineanturi ja menetelmä sen soveltamiseksi

Keksinnön kohteena on voima- tai paineanturi, johon kuuluu olennaisesti jäykkä, mekaanista kuormitusta kestävä runko, taipuisa kalvo, joka on kiinnitetty reunakehältään runkoon ja pietsosähköinen sensorikalvo, joka on kiinnitetty taipuisan kalvon pintaan.

Keksinnön kohteena on myös menetelmä tällaisen anturin soveltamiseksi siten, että voidaan mitata nukkuvalta tai makaavalta ihmiseltä sydämen syke ja hengityksen amplitudi sekä taajuus.

Patenttijulkaisuista US-4,570,097, US-4,567,395, US-4,590,400 ja US-5,353,633 tunnetaan pietsosähköinen paineanturi, joka mittaa polttomoottorin sylinterin paineen muutoksia sytytyksen yhteydessä. Sylinterin paine tuodaan irrallisen välittäjäkappaleen avulla pietsoelementtiin, joka joutuu puristumaan moottorin sylinterissä tapahtuvan paineen muutoksen mukaisesti. Koska pietsokidettä puristetaan ja sen pinta-ala on suhteellisen pieni, jää anturin herkkyys suhteellisen pieneksi. Anturin rakenne ei ole suunniteltu siten, että saavutettaisiin samanaikaisesti suuri kuormitettavuus ja suuri herkkyys.

Hakemusjulkaisussa WO 99/47044 on esitetty pietsosähköinen paineanturi, joka mittaa verenpaineen muutoksia verisuonessa. Verisuonen syke tuodaan välittäjäkalvon ja tapin avulla pietsoelementtiin, joka joutuu taipumaan verisuonessa tapahtuvan paineen muutoksen mukaisesti. Koska herkkä välittäjäkalvo vastaanottaa kuormituksen, on anturin staattinen paineenkestävyys huomattavan pieni. Lisäksi anturin pietsoelementin rakenne on epäsymmetrinen.

Patenttijulkaisussa US-5,365,937 on esitetty pietsosähköinen anturi, joka mitaa sydänlihaksen sykettä ihon pinnalla. Anturin kotelorakenteessa osa on pietsoelementtiä. Koska anturin kotelorakenteesta osa on pietsoelementtiä,

on anturin staattinen paineenkestävyys suhteellisen vaatimaton. Anturissa pietsoelementtiin tuleva liike välitetään koko pietsoelementin pinta-alalta.

5 Patenttijulkaisussa US-4,803,671 on esitetty akustisten paineaaltopulssien sensori, jossa pietsosähköinen mittakalvo on sijoitettu kahden kytkentäkalvon väliseen tilaan, joka on täytetty kytkentäväliaineella. Myöskään tämä anturi ei siedä suuria ulkoisia kuormituksia.

10 Keksinnön tarkoituksena on saada aikaan voima- tai paineanturi, joka sietää hyvin suuria ulkoisia kuormituksia, mutta samalla on äärimmäisen herkkä hyvinkin vähäisille voiman- tai paineenmuutoksille.

15 Tämä tarkoitus saavutetaan keksinnön mukaisella voima- tai paineanturilla, jolla on oheisessa patenttivaatimuksessa 1 esitetyt tunnusmerkit. Epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa on esitetty keksinnön edullisia rakenneratkaisuja, jotka edistävät edellä mainitun tavoitteen saavuttamista.

20 Johtuen keksinnön mukaisen anturin ominaisuuksista, siis suuresta kuormitettavuudesta ja herkkyystä, sitä voidaan soveltaa erityisen edullisesti menetelmässä, jolla mitataan nukkuvalta tai makaavalta ihmiseltä sydämen syke ja hengityksen amplitudi sekä taajuus. Menetelmälle ominaiset piirteet on esitetty oheisessa patenttivaatimuksessa 12. Menetelmän vaihtoehtoiset toteutustavat on esitetty patenttivaatimuksissa 13 ja 14.

25 Seuraavassa keksinnön mukaista voima- tai paineanturia ja sen soveltamista havainnollistetaan viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

Kuvio 1 esittää keksinnön mukaista voima- tai paineanturia leikkauskuva-  
na,

30

Kuvio 2 esittää kuvion 1 mukaisen anturin muunnosmuotoa, jolla voidaan mitata nesteen tai kaasun paineen muutoksia,

Kuvio 3 esittää anturin soveltamismenetelmää, jolla mitataan nukkuvalta tai makaavalta ihmiseltä sydämen syke ja hengityksen amplitudi sekä taajuus ja

5

Kuvio 4 esittää muutoin samaa menetelmää kuin kuvio 3, mutta anturin vaihtoehtoisella sijoituksella.

Seuraavassa selostettavan anturin ominaisuutena on suuri voiman tai paineen kesto, suuri herkkyys, häiriöttömyys, vaadittavan elektroniikan yksinkertaisuus ja laaja taajuuden toisto. Yllättäen nämä kaikki ominaisuudet on saavutettu seuraavassa selostettavalla anturirakenteella.

Anturin runko 1 on olennaisesti jäykkä ja mekaanista kuormitusta kestävä. Tätä varten runko 1 on tehty esim. ruostumattomasta teräksestä. Anturin kansi 4 on myös olennaisesti jäykkä ja mekaanista kuormitusta kestävä ja on tehty edullisesti ruostumattomasta teräksestä tai muusta sopivasta metallista. Runko 1 ja kansi 4 ovat pyörähdyskappaleen muotoisia metalliosia. Ne voidaan tehdä myös muovi- tai komposiittimateriaalista tai muusta jäykästä, kestävästä materiaalista. Varsinainen sensorelementti muodostuu pietsosähköisestä keraamisesta kalvosta 3, joka on kiinnitetty ohueen, taipuisaan metallikalvoon 2. Taipuisa metallikalvo on puolestaan kiinnitetty reunakehältään rungon 1 ja kannen 2 väliin. Runko 1 ja kansi 2 rajoittavat väliinsä umpinaisen, hermeettisesti suljetun kotelotilan, jossa taipuisa kalvo 2 ja sensorikalvo 3 sijaitsevat.

Pietsokeraaminen sensorikalvo 3 on halkaisijaltaan pienempi kuin metallikalvo 2, jolloin sensorikalvon 3 kehäreunat jäävät välimatkan päähän kotelotilan sisäkehästä. Tällainen metallikalvon ja pietsokeraamisen sensorikalvon yhdistelmä on ennestään tunnettu ja yleisesti käytetty pietsosähköisissä kaiuttimissa, joilla tuotetaan ääntä johtamalla sähkösignaali kalvoon. Tällainen pietsosähköinen kaiutin tunnetaan esim. patenttijulkaisusta US-2002/0067840A1.

Kuormituselementtinä toimivassa kannessa 4 on kohouma tai uloke 4a, joka nojaa vasten taipuisan kalvon 2 keskialuetta ja siten esijännittää taipuisan kalvon 2 ja siihen kiinnitetyn sensorikalvon 3. Sensorisignaalin siirtävä kontaktijousi 5 koskettaa sensorikalvoa 3 vastapäätä kannen uloketta 4a. Runko 1, kansi 4 ja kalvot 2 ja 3 ovat kaikki pyörähdyssymmetrisiä kannen kohouman tai ulokkeen 4a suhteen. Huolimatta siitä, että kannen kuormitettavuus on hyvin suuri, tyypillisesti yli 10 kg, edullisesti yli 50 kg ja jopa 100 kg, on anturin reagoitiherkkyys voiman F tai paineen p muutoksiin äärimmäisen suuri. Käytännön kokeissa on havaittu, että sensori antaa selvän ja hyvin tulkittavissa olevan ulostulosignaalin, kun kanteen 4 vaikuttavan kuorman muutos on pienempi kuin  $10^{-6}$ , jopa pienempi kuin  $10^{-9}$  x kannen 4 kuormitettavuus. Kannen 4 kuormitettavuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä sen kimmoisaa kuormitusaluetta, jolla anturin toimintakyky ja suuri herkkyys säilyvät.

Vahvistin 6 ja sen piirilevy 7 sijaitsevat rungon 1 ja kannen 4 rajoittamassa kotelotilassa. Vahvistimen 6 sisääntuloimpedanssi on sovitettu antamaan haluttu asettumisaika, jona aikana vahvistimen 6 lähtö asettuu olennaisesti nol- laan, kun kanteen 4 kohdistettu kuormitus pysyy muuttumattomana. vahvis- timen 6 sisääntuloimpedanssilla siis sovitetaan anturi soveltumaan erilaisiin käyttötarkoituksiin, joissa mitattava voiman tai paineen vaihtelu voi tapahtua pienellä tai suurella taajuudella. Vahvistimelta 6 lähtevä anturin ulostulokaapeli 8 on yksi- tai useampijohtoinen suojattu kaapeli.

Kuvio 2 eroaa kuvion 1 suoritusmuodosta siten, että kannen 4 kierremuhviin 9 on kiinnitetty sovitinkappale 10, 11, jonka välityksellä kantta 4 voidaan kuormittaa nesteen tai kaasun paineen muutoksilla. Osa 10 rajoittaa paineti- lan ja osa 11 on esim. kierteellä varustettu sovitinkappale.

Kuvion 1 suoritusmuodossa kannen 4 keskellä on myös ylöspäin suuntautuva kohouma 4b, johon mekaaninen kuormitus kohdistuu. Kansilevyn 4 paksuus

reunapalteen 4c ja keskikohoumien 4a, 4b välillä on esim. suuruusluokkaa 1 mm ja anturin halkaisija voi olla suuruusluokkaa 2-3 cm.

- Anturin toiminta perustuu siihen, että puristavan voiman kohdistuessa kansilevyn 4 keskiosan ulkonevaan osaan 4b, painuu kansiosa 4 hieman sisään-päin ja kohoumallaan 4a taivuttaa pietsokalvoa 3. Kansiosan 4 taipumisen täytyy olla hyvin pientä, koska keraaminen pietsokalvo 3 rikkoontuu helposti. Taipuessaan pietsokalvo 3 synnyttää jännitettä, joka johdetaan kontaktijousen 5 välityksellä suuri-impedanssiseen vahvistimeen 6. Vahvistin 6 muuttaa lähtöimpedanssin pienemmäksi, jolloin lähtösignaalin häiriösieto paranee.

- Seuraavaksi selostetaan keksinnön mukaisen anturin soveltamista menetelmään, jolla mitataan nukkuvalta tai makaavalta ihmiseltä sydämen syke ja hengityksen amplitudi sekä taajuus. Menetelmässä pystytään mittaamaan nukkuvalta ihmiseltä ilman ihmiseen kytkettyjä johtoja tai antureita sydämen syke ja hengitys ihmisen makuuasennosta riippumatta (selällään, kyljellään tai vatsallaan). Menetelmässä käytetään hyväksi sydämen muodostamaa ballistokardiografista signaalia ja keuhkojen liikkeiden ja muodonmuutosten aiheuttamaa painonmuutosta ihmisessä levon aikana. Mittauksen on tehnyt mahdolliseksi keksinnön mukainen anturi, jolla on samanaikaisesti suuri kuormitettavuus ja suuri herkkyys.

- Kuviossa 3 on esitetty menetelmän ensimmäinen vaihtoehto, jossa sängyn jalan tai jalkojen alle sijoitetaan edellä selostettu herkkä voiman tai paineen muutosta tunnistava anturi 13. Ihmisen maatessa anturi tunnistaa sängyn rungon 16 välityksellä tapahtuvan sydämen sekä hengityksen aiheuttaman painonmuutoksen. Signaalin käsittelyn avulla suodattamalla suodattimella 17 anturista 13 tuleva korkeampitaajuinen taajuuskomponentti erilleen, saadaan mitattua ihmisen sydämen sykkeen amplitudi sekä taajuus. Oskilloskooppiin 18 saadaan sydämen toimintaa kuvaava käyrä. Suodattamalla suodattimella 19 anturista 3 tuleva matala taajuuskomponentti erilleen, saadaan mitattua ihmisen hengityksen amplitudi sekä taajuus, joita vastaava käyrä voidaan

näyttää oskilloskoopilla 20. Vaihtoehtoisesti oskilloskoopit 18 ja 20 voidaan korvata piirturilla tai sähköisellä muistilla, josta käyrät saadaan tietokoneen näyttöön.

- 5 Kuvion 4 vaihtoehdossa anturi 13 sijoitetaan sängyn 12 sijauspatjan 14 ja varsinaisen patjan 15 väliin ihmisen rintakehän kohdalle. Anturin 13 painumisen sijauspatjaan 14 ja/tai varsinaiseen patjaan 15 estetään patjoja jäykkemmillä tasoilla 21 ja 22, joiden väliin anturi 13 on sijoitettu. Esitetyssä tapauksessa sijauspatjan 14 alla on olennaisesti patjojen leveydelle ulottuva
- 10 joustava taso 20 ja sen alla jäykkä tukitaso 22, jonka pinta-ala on rajoitettu osalle ylävartalon aluetta niin, että varsinaisen patjan 15 toiminta ei olennaisesti esty. Käyttämällä pinta-alaltaan sopivan suuruisia tasoja 21, 22, pystytään tunnistamaan laajemmalla alueella luotettavasti sydämen syke sekä
- 15 hengitys (ja haluttaessa myös nukkuvan henkilön nukkuma-asennon muuttuminen unen aikana). Tällöin nukkuma-alustan miellyttävyys ei huonone anturoinnin takia.

Menetelmää voidaan käyttää valvottaessa tai seurattaessa sydänpotilaita, keuhkopotilaita, dementiapotilaita, uniapnepotilaita, lapsen unta ym.

20

Keksinnön mukaisen anturin mahdollisia muita käyttökohteita ovat:

- Moottorien laakereiden kuluminen (äänitaajuusalue)
- Moottorin sylinterin palotilan painemuutokset
- Laakeritukien dynaaminen rasitus (matalilla taajuuksilla mittaus; akseleihin ym. kohdistuvat rasitukset ja vääntömomentit)
- Rakennusten rakenteiden huojuminen (korkeiden talojen ja piippurakenteiden heiluminen esim. tuulen voimasta)
- Seismogrammisena anturina ohjaamaan maanjäristyksen hälytysjärjestelmää (huoneistokohtainen hälytys kuten palovaroitin)
- 25 - Valvontalaitteena rakennuksissa (pystyy havaitsemaan lattian notkumisen)
- Anturia voidaan käyttää myös nesteen tai ilmanpaineen mittaukseen muuttamalla kansilevyn rakennetta.
- 30

Patenttivaatimukset

1. Voima- tai paineanturi, johon kuuluu olennaisesti jäykkä, mekaanista kuormitusta kestävä runko (1), taipuisa kalvo (2), joka on kiinnitetty reuna-  
5 kehältään runkoon (1) ja pietsosähköinen sensorikalvo (3), joka on kiinnitetty taipuisan kalvon (2) pintaan, **tunnettu** siitä, että sensorikalvon (3) kuormituselementin muodostaa olennaisesti jäykkä, mekaanista kuormitusta kestävä kansi (4), jonka kohouma tai uloke (4a) nojaa vasten taipuisan kalvon (2) keskialuetta ja siten esijännittää taipuisan kalvon (2) ja siihen kiinnitetyn  
10 sensorikalvon (3), ja että runko (1) ja kansi (4) rajoittavat väliinsä umpinaisen kotelotilan, jossa taipuisa kalvo (2) ja sensorikalvo (3) sijaitsevat.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen anturi, **tunnettu** siitä, että runko (1), kansi (4) ja kalvot (2, 3) ovat pyörähdyssymmetrisiä kannen kohouman tai  
15 ulokkeen (4a) suhteen.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen anturi, **tunnettu** siitä, että taipuisa kalvo (2) on ohut metallikalvo, jonka kehäreuna on kiinnitetty rungon (1) ja kannen (4) reunojen väliin.  
20

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen anturi, **tunnettu** siitä, että sensorikalvo (3) on pietsokeraaminen kalvo, jonka halkaisija on pienempi kuin metallikalvon (2) halkaisija ja että sensorikalvon (3) kehäreuna on välimatkan  
25 päässä kotelotilan sisäkehästä.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen anturi, **tunnettu** siitä, että sensorisignaalin siirtävä kontaktijousi (5) koskettaa sensorikalvoa (3) vastapäätä kannen kohoumaa tai uloketta (4a).  
30

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen voima- tai paineanturi, **tunnettu** siitä, että vahvistin (6) ja sen piirilevy (7) sijaitsevat mainitussa kotelotilassa.



7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukainen anturi, **tunnettu** siitä, että runko (1) ja kansi (4) ovat pyörähdyskappaleen muotoisia osia.

5 8. Jonkin patenttivaatimuksen 1-7 mukainen anturi, **tunnettu** siitä, että kannen kuormitettavuus on yli 10 kg, edullisesti yli 50 kg ja että anturin reagoitiherkkyys on sellainen, että anturi antaa ulostulosignaalin kun kanteen (4) vaikuttavan kuorman muutos on pienempi kuin  $10^{-6}$ , edullisesti pienempi kuin  $10^{-9}$  x kannen (4) kuormitettavuus.

10 9. Jonkin patenttivaatimuksen 5-8 mukainen anturi, **tunnettu** siitä, että vahvistimen (6) sisääntuloimpedanssi on sovitettu antamaan haluttu asettumisaika, jona aikana vahvistimen (6) lähtö asettuu olennaisesti nolleen, kun kanteen (4) kohdistettu kuormitus pysyy vastaavasti olennaisesti muuttumattomana.

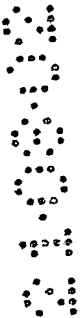
15 10. Jonkin patenttivaatimuksen 1-9 mukainen anturi, **tunnettu** siitä, että umpinainen kotelotila on hermeettisesti suljettu.

20 11. Jonkin patenttivaatimuksen 1-10 mukainen anturi, **tunnettu** siitä, että kanteen (4) on kiinnitetty sovitinkappale (10, 11), jonka välityksellä kantta voidaan kuormittaa nesteen tai kaasun paineen muutoksilla.

25 12. Menetelmä jonkin patenttivaatimuksen 1-11 mukaisen voima- tai paineanturin soveltamiseksi, **tunnettu** siitä, että sijoitetaan yksi tai useampi anturi (13) sängyn (12) yhteyteen ja mitataan nukkuvalta tai makaavalta ihmiseltä sydämen syke ja hengityksen amplitudi sekä taajuus.

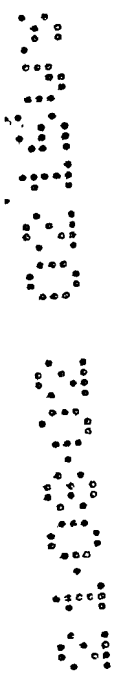
30 13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mitaus suoritetaan yhdellä tai useammalla anturilla (13), joka on sijoitettu sängyn jalan tai jalkojen alle.

14. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mitaus suoritetaan yhdellä tai useammalla anturilla (13), joka on sijoitettu sängyn patjan (14, 15) yhteyteen, erityisesti sijauspatjan (14) ja varsinaisen patjan (15) väliin, ja että estetään anturin painuminen sijauspatjaan ja/tai patjaan näitä jäykemmillä tasoilla (21, 22), joiden väliin anturi (13) on sijoitettu.
- 5



(57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on voima- tai paineanturi ja menetelmä sen soveltamiseksi. Paineanturiin kuuluu olennaisesti jäykkä, mekaanista kuormitusta kestävä runko (1), taipuisa kalvo (2), joka on kiinnitetty reunakehältäään runkoon (1) ja pietsosähköinen sensorikalvo (3), joka on kiinnitetty taipuisan kalvon (2) pintaan. Sensorikalvon (3) kuormituselementin muodostaa olennaisesti jäykkä, mekaanista kuormitusta kestävä kansi (4), jonka kohouma tai uloke (4a) nojaa vasten taipuisan kalvon (2) keskialuetta ja siten esijännittää taipuisan kalvon (2) ja siihen kiinnitetyn sensorikalvon (3). Runko (1) ja kansi (4) rajoittavat väliinsä umpinaisen, hermeettisesti suljetun kotelotilan, jossa taipuisa kalvo (2) ja sensorikalvo (3) sijaitsevat. Sijoittamalla yksi tai useampi herkkä, mutta kuormitusta kestävä anturi sängyn yhteyteen, voidaan nukkuvalta tai makaavalta ihmiseltä mitata sydämen syke ja hengityksen amplitudi sekä taajuus.



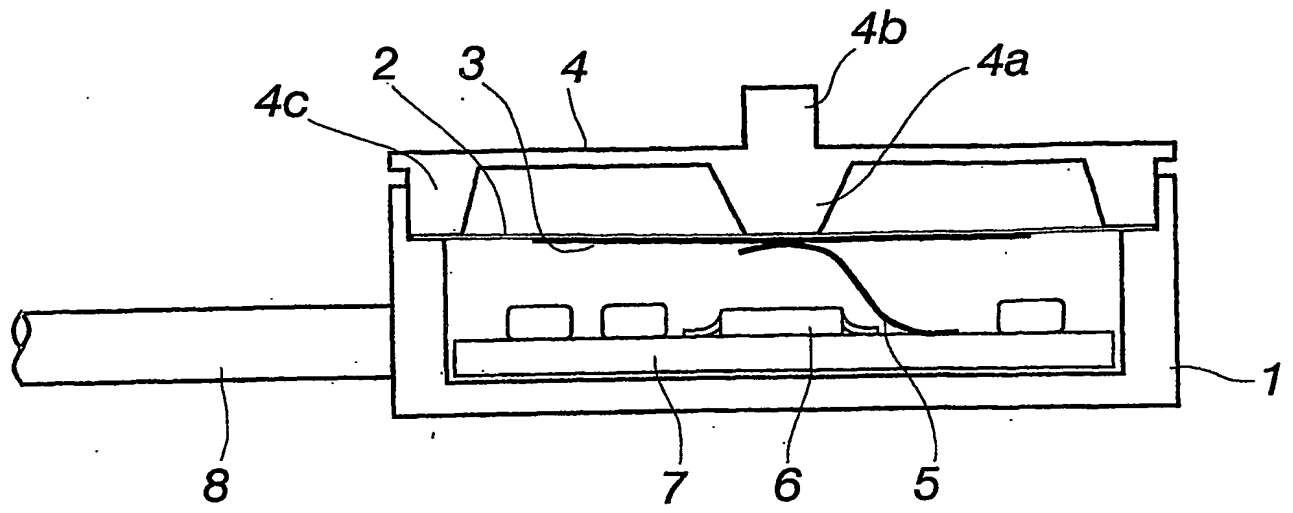


Fig. 1

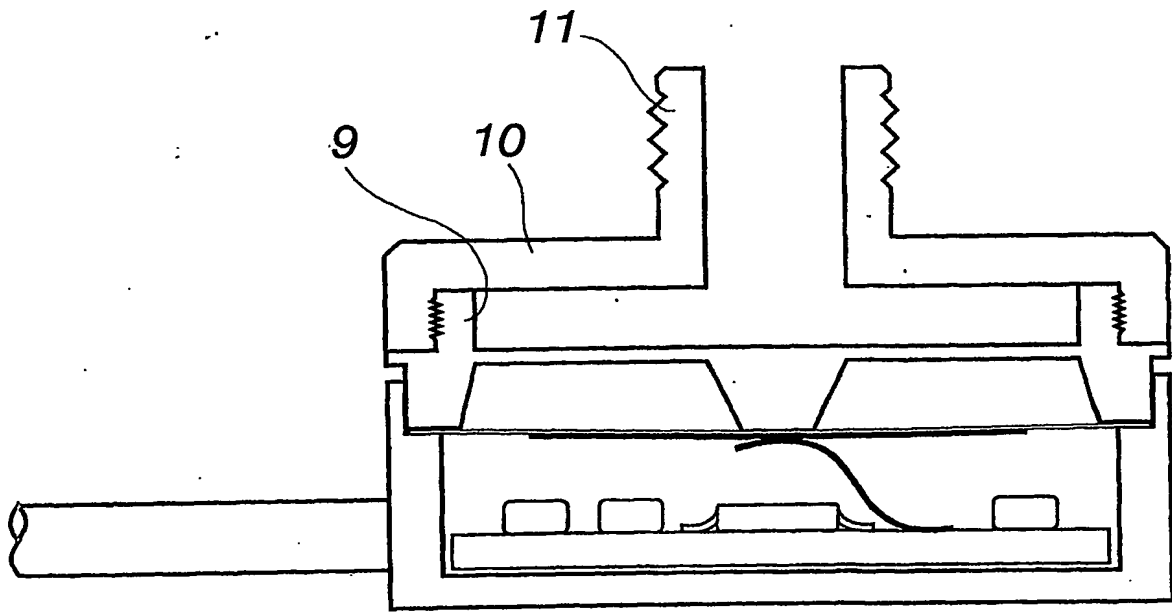


Fig. 2

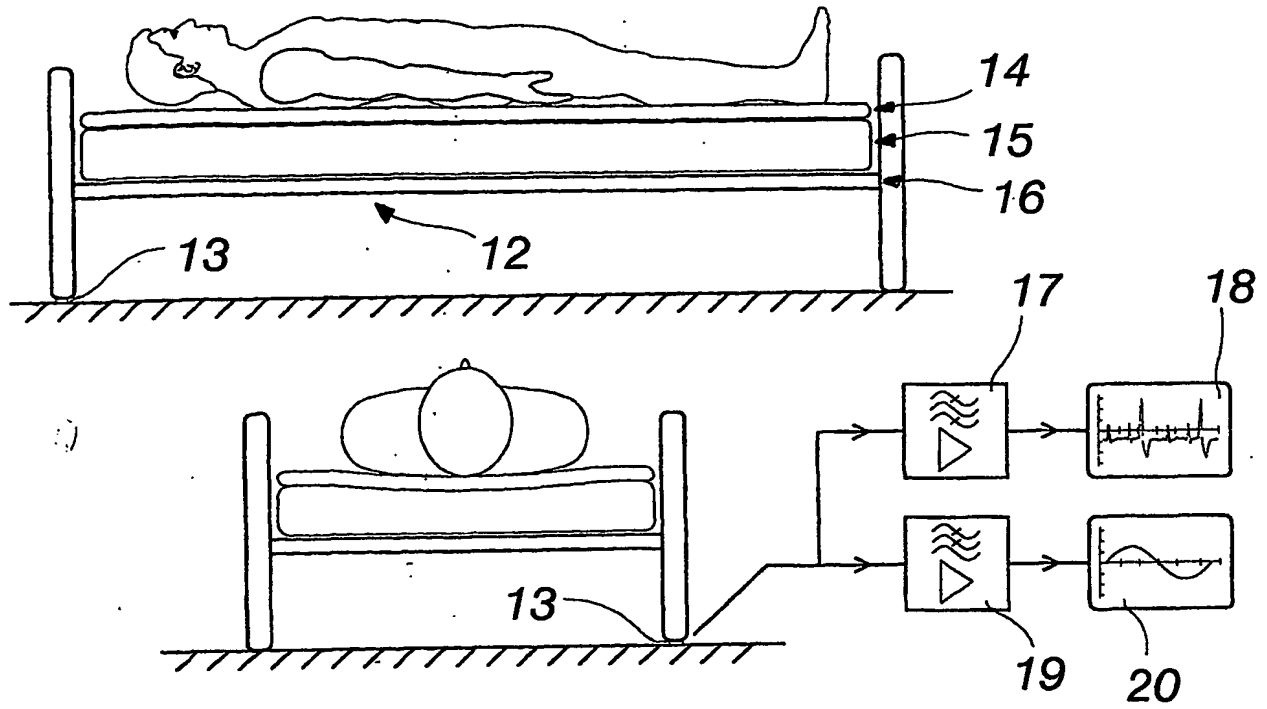


Fig. 3

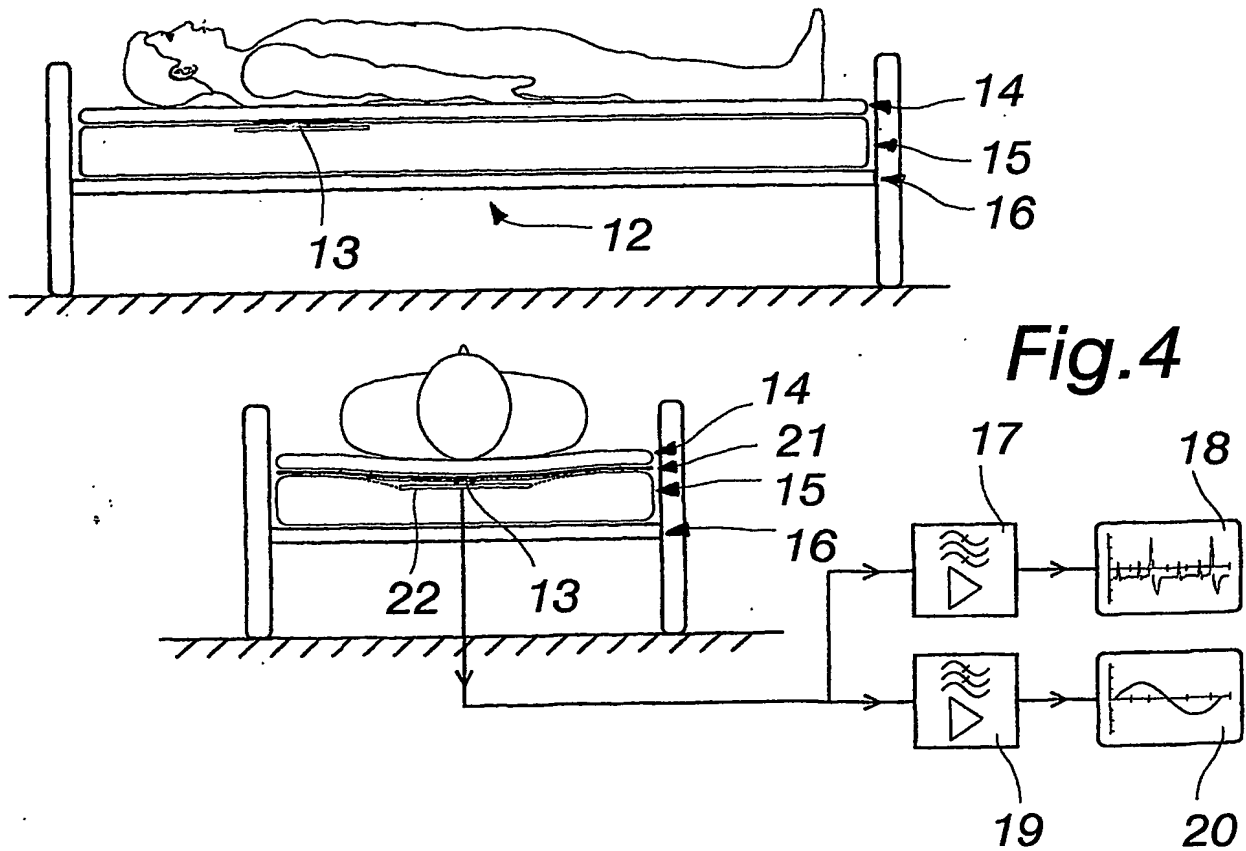


Fig. 4